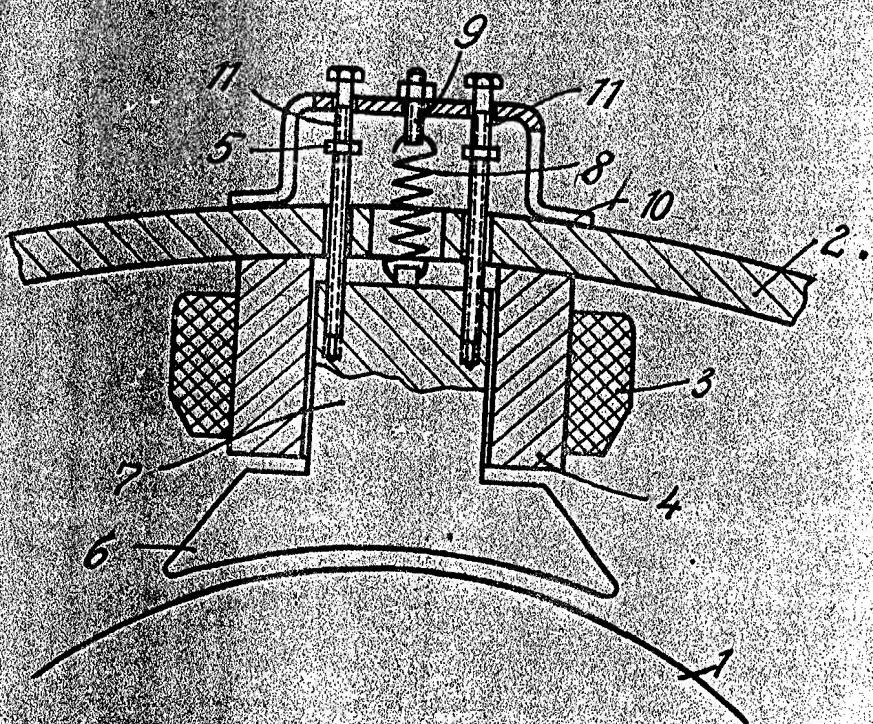


310-218

Zu der Patentschrift 710,116
Kl. 21 d¹ Gr. 30



DEUTSCHES REICH



AUSGEGEBEN AM
4. SEPTEMBER 1941

REICHSPATENTAMT

PATENTSCHRIFT

Nr. 710116

KLASSE 21d¹ GRUPPE 30

S 126748 VIII d/21 d¹

EXAMINER'S
COPY

Div. 26

Class 318

* Dipl.-Ing. Rudolf Depser in Nürnberg-Eibach
ist als Erfinder genannt worden.

Siemens-Schuckertwerke Akt.-Ges. in Berlin-Siemensstadt
Einrichtung zum Konstanthalten der Drehzahl von Gleichstrommotoren

Patentiert im Deutschen Reich vom 8. April 1937

Patenterteilung bekanntgemacht am 24. Juli 1941

Gemäß § 2 Abs. 2 der Verordnung vom 28. April 1938 ist die Erklärung abgegeben worden,
daß sich der Schutz auf das Land Österreich erstrecken soll.

Bei Gleichstrommotoren, die von einem Netz veränderlicher Spannung, beispielsweise von einem Bahnnetz, gespeist werden, führen die Spannungsschwankungen häufig zu unerwünschten großen Drehzahländerungen.

Man hat schon auf verschiedene Weise versucht, die durch diese Netzzspannungsschwankungen hervorgerufenen Drehzahländerungen durch entsprechende Beeinflussung des magnetischen Kreises der Maschine auszugleichen. Die bisher bekannten Regeleinrichtungen, die entweder einen Luftspalt im magnetischen Kreis verändern, den Anker verschieben, einen magnetischen Nebenschluß zu den Polen verstetzen oder die Pole in radialer Richtung verschieben, weisen den Nachteil auf, daß sie meist recht verwickelt im Aufbau sind und überdies nicht ohne besondere Hilfsmittel selbsttätig arbeiten.

Die Erfindung bringt eine höchst einfache, sicher wirkende und selbsttätig arbeitende Drehzahlregeleinrichtung bei Gleichstrommotoren. Sie macht dabei ebenfalls von in radialer Richtung verschiebbaren Polkernen Gebrauch. Erfindungsgemäß wird zur selbsttätigen Verschiebung der Polkerne der magnetische Zug in Verbindung mit Gegenkräften ausgenutzt. Die Wirkung dieser Einrichtung ist nun die, daß je nach der aufgedrückten Spannung die Hauptpole stärker oder schwächer erregt werden und damit die magnetische Zugkraft verändert wird. Bei zunehmender Netzzspannung verstärkt sich der magnetische Zug infolge der Amperewindungszunahme in der Feldwicklung. Der Anker zieht demnach den beweglichen Polkern an und verkleinert somit den Ankerluftspalt. Dadurch wird die Zahl der erforderlichen Luftamperewindungen

kleiner und die Zahl der Kraftlinien nimmt stark zu. Durch diese zusätzliche Polverschiebung wird also die Drehzahl noch stärker herabgedrückt, als es infolge der Amperewindungszunahme allein der Fall ist. Bei Spannungsverminderung spielt sich der umgekehrte Vorgang ab.

Bei der praktischen Ausführung kann man beispielsweise die Anordnung so treffen, daß dem magnetischen Zug Federn als Gegenkraft entgegenwirken, die so bemessen sind, daß sich die Polkerne nur entsprechend den jeweils auftretenden Spannungsschwankungen verschieben können. Damit die beweglichen Polkerne bei ihrer Verschiebung nicht mit dem Anker in Berührung kommen, sind an diesen vorzugsweise verstellbare Anschläge vorgesehen, die gleichzeitig die Einstellung der Ankerluftspaltgrenzen gestatten.

Die Erfindung soll an Hand des in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. Mit 1 ist der Anker und mit 2 das Polgehäuse eines Gleichstrommotors bezeichnet. Die Feldspule 3 ist auf dem Polmantel 4, der mit dem Gehäuse 2 starr verbunden ist, aufgebracht. Im Polmantel ist der den Polschuh 6 tragende Polkern 7 radial verschiebbar gelagert. Eine Zugfeder 8, die einerseits an dem beweglichen Polstück und andererseits an einem Bolzen 9 eingehängt ist, sucht den Polkern vom Anker abzuziehen. Die Kraft dieser Feder stellt eine Gegenkraft für den jeweilig auftretenden magnetischen Zug dar. Der Bolzen 9 ist in einer im Gehäuserücken angebrachten Brücke 10 verschiebbar gelagert, so daß es jederzeit möglich ist, kleine Ungleichheiten der einzelnen Federn mittels dieser Verstellvorrichtung auszugleichen, um etwaige Unsymmetrien im Kraftlinienfluß zu vermeiden. Weiter aber können diese Federn schon von vornherein eine derartig willkürliche Vorspannung erfahren, daß die Anordnung erst bei einer bestimmten Grenzspannung anspricht. Um die unter Einwirkung des magnetischen Zuges stehenden beweglichen Polkerne bei Federbrüchigkeit nicht mit dem Anker in Berührung kommen zu lassen, werden die Polkerne mit entsprechenden, vorzugsweise einstellbaren Anschlägen, beispielsweise den Bolzen 11, ausgerüstet, die in Verbindung mit der darauf angebrachten Stellmutter 5 zur Einstellung der Ankerluftspaltgrenzen dienen.

Vorliegende Erfindung stellt eine äußerst einfache und damit billige Regeleinrichtung dar, die gegenüber den bekannten Drehzahlregeleinrichtungen den Vorteil der vollkommen selbsttätigen und insbesondere auch stufenlosen Regelung aufweist. Dabei erweist sich als besonders vorteilhaft, daß bei der Anordnung gemäß der Erfindung gerade bei

schwachen Feldern infolge des dadurch bedingten geringen magnetischen Zuges sich mit Hilfe der auf die Pole wirkenden Gegenkraft ein möglichst großer Luftspalt einstellt. Dies ist deshalb wichtig, weil dadurch insbesondere bei Motoren hoher Ankerausnutzung die unangenehme Ankerrückwirkung verringert wird. Bei starken Feldern dagegen stellt sich wunschgemäß ein kleiner Luftspalt ein, so daß eine hohe Ausnutzbarkeit der Maschine möglich ist. Vorteilhaft ist ferner, daß der Motor keine platzraubenden Anbauteile besitzt, und weiter ist vorteilhaft, daß die einzelnen Regelteile, sofern es sich um Motoren mit vertikaler Welle handelt, für alle Pole gleichartig ausgeführt sind, und daß diese Teile von großer Einfachheit, also leichter Herstellbarkeit sind, wodurch Unsymmetrien im Kraftlinienfluß vollkommen vermieden werden. Bei Motoren mit horizontaler Welle sind die einzelnen Steuerfedern allerdings nicht von gleicher Art. Bei den Polen, die unterhalb der horizontalen Mittellinie angeordnet sind, kann es vorkommen, daß die Schwerkraft zum Ausgleich des magnetischen Zuges ausreicht. Es kann aber auch sein, daß sie größer wird als der magnetische Zug. In diesem Falle muß die Feder bei den kleineren Spannungen bis zum Ausgleich von magnetischem Zug und Schwerkraft auf Druck beansprucht werden. Erst bei höheren Spannungen geht die Feder durch Null hindurch. Von hier ab wirkt sie als Zugfeder. Nach Kenntnis von Polgewicht und der elektrischen Daten der Maschine bietet die Berechnung derartiger Federn keinerlei Schwierigkeiten.

Abänderungen gegenüber der beschriebenen Ausführung sind selbstverständlich in mancher Beziehung möglich. Insbesondere kann zur Erleichterung der Polkerneverschiebung zwischen den Magnetmanteln und Polkernen ein geringer Luftspalt vorgesehen werden. Diesen erreicht man beispielsweise durch Zwischenlegen von unmagnetischen Distanzstücken im Luftspalt. Statt dessen können auch ganze Ringe oder Büchsen aus unmagnetischem Material, insbesondere aus Bronze, verwendet werden. Auch Kugel- und Rollenlager oder ähnliche Lager von geringer Reibung lassen sich als Abstützmittel gegen die Polmantel gut verwenden. Während bei diesen Lagern die Reibung an sich schon weitgehend vermindert ist, weisen die Abstützstücke aus unmagnetischem Material (Bronze) eine minimale Anhaftung und gleichzeitig einen niederen Reibungskoeffizienten auf.

Auch die Anschläge für die Polkerne können in jeder beliebigen Weise ausgeführt werden. Schließlich können auch die Polmäntel gleich am Gehäuse mit angegossen

werden und die Zugfedern, die übrigens nicht einmal unmittelbar auf die Polkerne zu wirken brauchen, durch Druckfedern ersetzt werden. ¹⁰ ~~10~~ ¹¹ ~~11~~ ¹² ~~12~~ ¹³ ~~13~~ ¹⁴ ~~14~~ ¹⁵ ~~15~~ ¹⁶ ~~16~~ ¹⁷ ~~17~~ ¹⁸ ~~18~~ ¹⁹ ~~19~~ ²⁰ ~~20~~ ²¹ ~~21~~ ²² ~~22~~ ²³ ~~23~~ ²⁴ ~~24~~ ²⁵ ~~25~~ ²⁶ ~~26~~ ²⁷ ~~27~~ ²⁸ ~~28~~ ²⁹ ~~29~~ ³⁰ ~~30~~ ³¹ ~~31~~ ³² ~~32~~ ³³ ~~33~~ ³⁴ ~~34~~ ³⁵ ~~35~~ ³⁶ ~~36~~ ³⁷ ~~37~~ ³⁸ ~~38~~ ³⁹ ~~39~~ ⁴⁰ ~~40~~ ⁴¹ ~~41~~ ⁴² ~~42~~ ⁴³ ~~43~~ ⁴⁴ ~~44~~ ⁴⁵ ~~45~~ ⁴⁶ ~~46~~ ⁴⁷ ~~47~~ ⁴⁸ ~~48~~ ⁴⁹ ~~49~~ ⁵⁰ ~~50~~ ⁵¹ ~~51~~ ⁵² ~~52~~ ⁵³ ~~53~~ ⁵⁴ ~~54~~ ⁵⁵ ~~55~~ ⁵⁶ ~~56~~ ⁵⁷ ~~57~~ ⁵⁸ ~~58~~ ⁵⁹ ~~59~~ ⁶⁰ ~~60~~ ⁶¹ ~~61~~ ⁶² ~~62~~ ⁶³ ~~63~~ ⁶⁴ ~~64~~ ⁶⁵ ~~65~~ ⁶⁶ ~~66~~ ⁶⁷ ~~67~~ ⁶⁸ ~~68~~ ⁶⁹ ~~69~~ ⁷⁰ ~~70~~ ⁷¹ ~~71~~ ⁷² ~~72~~ ⁷³ ~~73~~ ⁷⁴ ~~74~~ ⁷⁵ ~~75~~ ⁷⁶ ~~76~~ ⁷⁷ ~~77~~ ⁷⁸ ~~78~~ ⁷⁹ ~~79~~ ⁸⁰ ~~80~~ ⁸¹ ~~81~~ ⁸² ~~82~~ ⁸³ ~~83~~ ⁸⁴ ~~84~~ ⁸⁵ ~~85~~ ⁸⁶ ~~86~~ ⁸⁷ ~~87~~ ⁸⁸ ~~88~~ ⁸⁹ ~~89~~ ⁹⁰ ~~90~~ ⁹¹ ~~91~~ ⁹² ~~92~~ ⁹³ ~~93~~ ⁹⁴ ~~94~~ ⁹⁵ ~~95~~ ⁹⁶ ~~96~~ ⁹⁷ ~~97~~ ⁹⁸ ~~98~~ ⁹⁹ ~~99~~ ¹⁰⁰ ~~100~~ ¹⁰¹ ~~101~~ ¹⁰² ~~102~~ ¹⁰³ ~~103~~ ¹⁰⁴ ~~104~~ ¹⁰⁵ ~~105~~ ¹⁰⁶ ~~106~~ ¹⁰⁷ ~~107~~ ¹⁰⁸ ~~108~~ ¹⁰⁹ ~~109~~ ¹¹⁰ ~~110~~ ¹¹¹ ~~111~~ ¹¹² ~~112~~ ¹¹³ ~~113~~ ¹¹⁴ ~~114~~ ¹¹⁵ ~~115~~ ¹¹⁶ ~~116~~ ¹¹⁷ ~~117~~ ¹¹⁸ ~~118~~ ¹¹⁹ ~~119~~ ¹²⁰ ~~120~~ ¹²¹ ~~121~~ ¹²² ~~122~~ ¹²³ ~~123~~ ¹²⁴ ~~124~~ ¹²⁵ ~~125~~ ¹²⁶ ~~126~~ ¹²⁷ ~~127~~ ¹²⁸ ~~128~~ ¹²⁹ ~~129~~ ¹³⁰ ~~130~~ ¹³¹ ~~131~~ ¹³² ~~132~~ ¹³³ ~~133~~ ¹³⁴ ~~134~~ ¹³⁵ ~~135~~ ¹³⁶ ~~136~~ ¹³⁷ ~~137~~ ¹³⁸ ~~138~~ ¹³⁹ ~~139~~ ¹⁴⁰ ~~140~~ ¹⁴¹ ~~141~~ ¹⁴² ~~142~~ ¹⁴³ ~~143~~ ¹⁴⁴ ~~144~~ ¹⁴⁵ ~~145~~ ¹⁴⁶ ~~146~~ ¹⁴⁷ ~~147~~ ¹⁴⁸ ~~148~~ ¹⁴⁹ ~~149~~ ¹⁵⁰ ~~150~~ ¹⁵¹ ~~151~~ ¹⁵² ~~152~~ ¹⁵³ ~~153~~ ¹⁵⁴ ~~154~~ ¹⁵⁵ ~~155~~ ¹⁵⁶ ~~156~~ ¹⁵⁷ ~~157~~ ¹⁵⁸ ~~158~~ ¹⁵⁹ ~~159~~ ¹⁶⁰ ~~160~~ ¹⁶¹ ~~161~~ ¹⁶² ~~162~~ ¹⁶³ ~~163~~ ¹⁶⁴ ~~164~~ ¹⁶⁵ ~~165~~ ¹⁶⁶ ~~166~~ ¹⁶⁷ ~~167~~ ¹⁶⁸ ~~168~~ ¹⁶⁹ ~~169~~ ¹⁷⁰ ~~170~~ ¹⁷¹ ~~171~~ ¹⁷² ~~172~~ ¹⁷³ ~~173~~ ¹⁷⁴ ~~174~~ ¹⁷⁵ ~~175~~ ¹⁷⁶ ~~176~~ ¹⁷⁷ ~~177~~ ¹⁷⁸ ~~178~~ ¹⁷⁹ ~~179~~ ¹⁸⁰ ~~180~~ ¹⁸¹ ~~181~~ ¹⁸² ~~182~~ ¹⁸³ ~~183~~ ¹⁸⁴ ~~184~~ ¹⁸⁵ ~~185~~ ¹⁸⁶ ~~186~~ ¹⁸⁷ ~~187~~ ¹⁸⁸ ~~188~~ ¹⁸⁹ ~~189~~ ¹⁹⁰ ~~190~~ ¹⁹¹ ~~191~~ ¹⁹² ~~192~~ ¹⁹³ ~~193~~ ¹⁹⁴ ~~194~~ ¹⁹⁵ ~~195~~ ¹⁹⁶ ~~196~~ ¹⁹⁷ ~~197~~ ¹⁹⁸ ~~198~~ ¹⁹⁹ ~~199~~ ²⁰⁰ ~~200~~ ²⁰¹ ~~201~~ ²⁰² ~~202~~ ²⁰³ ~~203~~ ²⁰⁴ ~~204~~ ²⁰⁵ ~~205~~ ²⁰⁶ ~~206~~ ²⁰⁷ ~~207~~ ²⁰⁸ ~~208~~ ²⁰⁹ ~~209~~ ²¹⁰ ~~210~~ ²¹¹ ~~211~~ ²¹² ~~212~~ ²¹³ ~~213~~ ²¹⁴ ~~214~~ ²¹⁵ ~~215~~ ²¹⁶ ~~216~~ ²¹⁷ ~~217~~ ²¹⁸ ~~218~~ ²¹⁹ ~~219~~ ²²⁰ ~~220~~ ²²¹ ~~221~~ ²²² ~~222~~ ²²³ ~~223~~ ²²⁴ ~~224~~ ²²⁵ ~~225~~ ²²⁶ ~~226~~ ²²⁷ ~~227~~ ²²⁸ ~~228~~ ²²⁹ ~~229~~ ²³⁰ ~~230~~ ²³¹ ~~231~~ ²³² ~~232~~ ²³³ ~~233~~ ²³⁴ ~~234~~ ²³⁵ ~~235~~ ²³⁶ ~~236~~ ²³⁷ ~~237~~ ²³⁸ ~~238~~ ²³⁹ ~~239~~ ²⁴⁰ ~~240~~ ²⁴¹ ~~241~~ ²⁴² ~~242~~ ²⁴³ ~~243~~ ²⁴⁴ ~~244~~ ²⁴⁵ ~~245~~ ²⁴⁶ ~~246~~ ²⁴⁷ ~~247~~ ²⁴⁸ ~~248~~ ²⁴⁹ ~~249~~ ²⁵⁰ ~~250~~ ²⁵¹ ~~251~~ ²⁵² ~~252~~ ²⁵³ ~~253~~ ²⁵⁴ ~~254~~ ²⁵⁵ ~~255~~ ²⁵⁶ ~~256~~ ²⁵⁷ ~~257~~ ²⁵⁸ ~~258~~ ²⁵⁹ ~~259~~ ²⁶⁰ ~~260~~ ²⁶¹ ~~261~~ ²⁶² ~~262~~ ²⁶³ ~~263~~ ²⁶⁴ ~~264~~ ²⁶⁵ ~~265~~ ²⁶⁶ ~~266~~ ²⁶⁷ ~~267~~ ²⁶⁸ ~~268~~ ²⁶⁹ ~~269~~ ²⁷⁰ ~~270~~ ²⁷¹ ~~271~~ ²⁷² ~~272~~ ²⁷³ ~~273~~ ²⁷⁴ ~~274~~ ²⁷⁵ ~~275~~ ²⁷⁶ ~~276~~ ²⁷⁷ ~~277~~ ²⁷⁸ ~~278~~ ²⁷⁹ ~~279~~ ²⁸⁰ ~~280~~ ²⁸¹ ~~281~~ ²⁸² ~~282~~ ²⁸³ ~~283~~ ²⁸⁴ ~~284~~ ²⁸⁵ ~~285~~ ²⁸⁶ ~~286~~ ²⁸⁷ ~~287~~ ²⁸⁸ ~~288~~ ²⁸⁹ ~~289~~ ²⁹⁰ ~~290~~ ²⁹¹ ~~291~~ ²⁹² ~~292~~ ²⁹³ ~~293~~ ²⁹⁴ ~~294~~ ²⁹⁵ ~~295~~ ²⁹⁶ ~~296~~ ²⁹⁷ ~~297~~ ²⁹⁸ ~~298~~ ²⁹⁹ ~~299~~ ³⁰⁰ ~~300~~ ³⁰¹ ~~301~~ ³⁰² ~~302~~ ³⁰³ ~~303~~ ³⁰⁴ ~~304~~ ³⁰⁵ ~~305~~ ³⁰⁶ ~~306~~ ³⁰⁷ ~~307~~ ³⁰⁸ ~~308~~ ³⁰⁹ ~~309~~ ³¹⁰ ~~310~~ ³¹¹ ~~311~~ ³¹² ~~312~~ ³¹³ ~~313~~ ³¹⁴ ~~314~~ ³¹⁵ ~~315~~ ³¹⁶ ~~316~~ ³¹⁷ ~~317~~ ³¹⁸ ~~318~~ ³¹⁹ ~~319~~ ³²⁰ ~~320~~ ³²¹ ~~321~~ ³²² ~~322~~ ³²³ ~~323~~ ³²⁴ ~~324~~ ³²⁵ ~~325~~ ³²⁶ ~~326~~ ³²⁷ ~~327~~ ³²⁸ ~~328~~ ³²⁹ ~~329~~ ³³⁰ ~~330~~ ³³¹ ~~331~~ ³³² ~~332~~ ³³³ ~~333~~ ³³⁴ ~~334~~ ³³⁵ ~~335~~ ³³⁶ ~~336~~ ³³⁷ ~~337~~ ³³⁸ ~~338~~ ³³⁹ ~~339~~ ³⁴⁰ ~~340~~ ³⁴¹ ~~341~~ ³⁴² ~~342~~ ³⁴³ ~~343~~ ³⁴⁴ ~~344~~ ³⁴⁵ ~~345~~ ³⁴⁶ ~~346~~ ³⁴⁷ ~~347~~ ³⁴⁸ ~~348~~ ³⁴⁹ ~~349~~ ³⁵⁰ ~~350~~ ³⁵¹ ~~351~~ ³⁵² ~~352~~ ³⁵³ ~~353~~ ³⁵⁴ ~~354~~ ³⁵⁵ ~~355~~ ³⁵⁶ ~~356~~ ³⁵⁷ ~~357~~ ³⁵⁸ ~~358~~ ³⁵⁹ ~~359~~ ³⁶⁰ ~~360~~ ³⁶¹ ~~361~~ ³⁶² ~~362~~ ³⁶³ ~~363~~ ³⁶⁴ ~~364~~ ³⁶⁵ ~~365~~ ³⁶⁶ ~~366~~ ³⁶⁷ ~~367~~ ³⁶⁸ ~~368~~ ³⁶⁹ ~~369~~ ³⁷⁰ ~~370~~ ³⁷¹ ~~371~~ ³⁷² ~~372~~ ³⁷³ ~~373~~ ³⁷⁴ ~~374~~ ³⁷⁵ ~~375~~ ³⁷⁶ ~~376~~ ³⁷⁷ ~~377~~ ³⁷⁸ ~~378~~ ³⁷⁹ ~~379~~ ³⁸⁰ ~~380~~ ³⁸¹ ~~381~~ ³⁸² ~~382~~ ³⁸³ ~~383~~ ³⁸⁴ ~~384~~ ³⁸⁵ ~~385~~ ³⁸⁶ ~~386~~ ³⁸⁷ ~~387~~ ³⁸⁸ ~~388~~ ³⁸⁹ ~~389~~ ³⁹⁰ ~~390~~ ³⁹¹ ~~391~~ ³⁹² ~~392~~ ³⁹³ ~~393~~ ³⁹⁴ ~~394~~ ³⁹⁵ ~~395~~ ³⁹⁶ ~~396~~ ³⁹⁷ ~~397~~ ³⁹⁸ ~~398~~ ³⁹⁹ ~~399~~ ⁴⁰⁰ ~~400~~ ⁴⁰¹ ~~401~~ ⁴⁰² ~~402~~ ⁴⁰³ ~~403~~ ⁴⁰⁴ ~~404~~ ⁴⁰⁵ ~~405~~ ⁴⁰⁶ ~~406~~ ⁴⁰⁷ ~~407~~ ⁴⁰⁸ ~~408~~ ⁴⁰⁹ ~~409~~ ⁴¹⁰ ~~410~~ ⁴¹¹ ~~411~~ ⁴¹² ~~412~~ ⁴¹³ ~~413~~ ⁴¹⁴ ~~414~~ ⁴¹⁵ ~~415~~ ⁴¹⁶ ~~416~~ ⁴¹⁷ ~~417~~ ⁴¹⁸ ~~418~~ ⁴¹⁹ ~~419~~ ⁴²⁰ ~~420~~ ⁴²¹ ~~421~~ ⁴²² ~~422~~ ⁴²³ ~~423~~ ⁴²⁴ ~~424~~ ⁴²⁵ ~~425~~ ⁴²⁶ ~~426~~ ⁴²⁷ ~~427~~ ⁴²⁸ ~~428~~ ⁴²⁹ ~~429~~ ⁴³⁰ ~~430~~ ⁴³¹ ~~431~~ ⁴³² ~~432~~ ⁴³³ ~~433~~ ⁴³⁴ ~~434~~ ⁴³⁵ ~~435~~ ⁴³⁶ ~~436~~ ⁴³⁷ ~~437~~ ⁴³⁸ ~~438~~ ⁴³⁹ ~~439~~ ⁴⁴⁰ ~~440~~ ⁴⁴¹ ~~441~~ ⁴⁴² ~~442~~ ⁴⁴³ ~~443~~ ⁴⁴⁴ ~~444~~ ⁴⁴⁵ ~~445~~ ⁴⁴⁶ ~~446~~ ⁴⁴⁷ ~~447~~ ⁴⁴⁸ ~~448~~ ⁴⁴⁹ ~~449~~ ⁴⁵⁰ ~~450~~ ⁴⁵¹ ~~451~~ ⁴⁵² ~~452~~ ⁴⁵³ ~~453~~ ⁴⁵⁴ ~~454~~ ⁴⁵⁵ ~~455~~ ⁴⁵⁶ ~~456~~ ⁴⁵⁷ ~~457~~ ⁴⁵⁸ ~~458~~ ⁴⁵⁹ ~~459~~ ⁴⁶⁰ ~~460~~ ⁴⁶¹ ~~461~~ ⁴⁶² ~~462~~ ⁴⁶³ ~~463~~ ⁴⁶⁴ ~~464~~ ⁴⁶⁵ ~~465~~ ⁴⁶⁶ ~~466~~ ⁴⁶⁷ ~~467~~ ⁴⁶⁸ ~~468~~ ⁴⁶⁹ ~~469~~ ⁴⁷⁰ ~~470~~ ⁴⁷¹ ~~471~~ ⁴⁷² ~~472~~ ⁴⁷³ ~~473~~ ⁴⁷⁴ ~~474~~ ⁴⁷⁵ ~~475~~ ⁴⁷⁶ ~~476~~ ⁴⁷⁷ ~~477~~ ⁴⁷⁸ ~~478~~ ⁴⁷⁹ ~~479~~ ⁴⁸⁰ ~~480~~ ⁴⁸¹ ~~481~~ ⁴⁸² ~~482~~ ⁴⁸³ ~~483~~ ⁴⁸⁴ ~~484~~ ⁴⁸⁵ ~~485~~ ⁴⁸⁶ ~~486~~ ⁴⁸⁷ ~~487~~ ⁴⁸⁸ ~~488~~ ⁴⁸⁹ ~~489~~ ⁴⁹⁰ ~~490~~ ⁴⁹¹ ~~491~~ ⁴⁹² ~~492~~ ⁴⁹³ ~~493~~ ⁴⁹⁴ ~~494~~ ⁴⁹⁵ ~~495~~ ⁴⁹⁶ ~~496~~ ⁴⁹⁷ ~~497~~ ⁴⁹⁸ ~~498~~ ⁴⁹⁹ ~~499~~ ⁵⁰⁰ ~~500~~ ⁵⁰¹ ~~501~~ ⁵⁰² ~~502~~ ⁵⁰³ ~~503~~ ⁵⁰⁴ ~~504~~ ⁵⁰⁵ ~~505~~ ⁵⁰⁶ ~~506~~ ⁵⁰⁷ ~~507~~ ⁵⁰⁸ ~~508~~ ⁵⁰⁹ ~~509~~ ⁵¹⁰ ~~510~~ ⁵¹¹ ~~511~~ ⁵¹² ~~512~~ ⁵¹³ ~~513~~ ⁵¹⁴ ~~514~~ ⁵¹⁵ ~~515~~ ⁵¹⁶ ~~516~~ ⁵¹⁷ ~~517~~ ⁵¹⁸ ~~518~~ ⁵¹⁹ ~~519~~ ⁵²⁰ ~~520~~ ⁵²¹ ~~521~~ ⁵²² ~~522~~ ⁵²³ ~~523~~ ⁵²⁴ ~~524~~ ⁵²⁵ ~~525~~ ⁵²⁶ ~~526~~ ⁵²⁷ ~~527~~ ⁵²⁸ ~~528~~ ⁵²⁹ ~~529~~ ⁵³⁰ ~~530~~ ⁵³¹ ~~531~~ ⁵³² ~~532~~ ⁵³³ ~~533~~ ⁵³⁴ ~~534~~ ⁵³⁵ ~~535~~ ⁵³⁶ ~~536~~ ⁵³⁷ ~~537~~ ⁵³⁸ ~~538~~ ⁵³⁹ ~~539~~ ⁵⁴⁰ ~~540~~ ⁵⁴¹ ~~541~~ ⁵⁴² ~~542~~ ⁵⁴³ ~~543~~ ⁵⁴⁴ ~~544~~ ⁵⁴⁵ ~~545~~ ⁵⁴⁶ ~~546~~ ⁵⁴⁷ ~~547~~ ⁵⁴⁸ ~~548~~ ⁵⁴⁹ ~~549~~ ⁵⁵⁰ ~~550~~ ⁵⁵¹ ~~551~~ ⁵⁵² ~~552~~ ⁵⁵³ ~~553~~ ⁵⁵⁴ ~~554~~ ⁵⁵⁵ ~~555~~ ⁵⁵⁶ ~~556~~ ⁵⁵⁷ ~~557~~ ⁵⁵⁸ ~~558~~ ⁵⁵⁹ ~~559~~ ⁵⁶⁰ ~~560~~ ⁵⁶¹ ~~561~~ ⁵⁶² ~~562~~ ⁵⁶³ ~~563~~ ⁵⁶⁴ ~~564~~ ⁵⁶⁵ ~~565~~ ⁵⁶⁶ ~~566~~ ⁵⁶⁷ ~~567~~ ⁵⁶⁸ ~~568~~ ⁵⁶⁹ ~~569~~ ⁵⁷⁰ ~~570~~ ⁵⁷¹ ~~571~~ ⁵⁷² ~~572~~ ⁵⁷³ ~~573~~ ⁵⁷⁴ ~~574~~ ⁵⁷⁵ ~~575~~ ⁵⁷⁶ ~~576~~ ⁵⁷⁷ ~~577~~ ⁵⁷⁸ ~~578~~ ⁵⁷⁹ ~~579~~ ⁵⁸⁰ ~~580~~ ⁵⁸¹ ~~581~~ ⁵⁸² ~~582~~ ⁵⁸³ ~~583~~ ⁵⁸⁴ ~~584~~ ⁵⁸⁵ ~~585~~ ⁵⁸⁶ ~~586~~ ⁵⁸⁷ ~~587~~ ⁵⁸⁸ ~~588~~ ⁵⁸⁹ ~~589~~ ⁵⁹⁰ ~~590~~ ⁵⁹¹ ~~591~~ ⁵⁹² ~~592~~ ⁵⁹³ ~~593~~ ⁵⁹⁴ ~~594~~ ⁵⁹⁵ ~~595~~ ⁵⁹⁶ ~~596~~ ⁵⁹⁷ ~~597~~ ⁵⁹⁸ ~~598~~ ⁵⁹⁹ ~~599~~ ⁶⁰⁰ ~~600~~ ⁶⁰¹ ~~601~~ ⁶⁰² ~~602~~ ⁶⁰³ ~~603~~ ⁶⁰⁴ ~~604~~ ⁶⁰⁵ ~~605~~ ⁶⁰⁶ ~~606~~ ⁶⁰⁷ ~~607~~ ⁶⁰⁸ ~~608~~ ⁶⁰⁹ ~~609~~ ⁶¹⁰ ~~610~~ ⁶¹¹ ~~611~~ ⁶¹² ~~612~~ ⁶¹³ ~~613~~ ⁶¹⁴ ~~614~~ ⁶¹⁵ ~~615~~ ⁶¹⁶ ~~616~~ ⁶¹⁷ ~~617~~ ⁶¹⁸ ~~618~~ ⁶¹⁹ ~~619~~ ⁶²⁰ ~~620~~ ⁶²¹ ~~621~~ ⁶²² ~~622~~ ⁶²³ ~~623~~ ⁶²⁴ ~~624~~ ⁶²⁵ ~~625~~ ⁶²⁶ ~~626~~ ⁶²⁷ ~~627~~ ⁶²⁸ ~~628~~ ⁶²⁹ ~~629~~ ⁶³⁰ ~~630~~ ⁶³¹ ~~631~~ ⁶³² ~~632~~ ⁶³³ ~~633~~ ⁶³⁴ ~~634~~ ⁶³⁵ ~~635~~ ⁶³⁶ ~~636~~ ⁶³⁷ ~~637~~ ⁶³⁸ ~~638~~ ⁶³⁹ ~~639~~ ⁶⁴⁰ ~~640~~ ⁶⁴¹ ~~641~~ ⁶⁴² ~~642~~ ⁶⁴³ ~~643~~ ⁶⁴⁴ ~~644~~ ⁶⁴⁵